Aus der Neurologischen Klinik der Universität Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. G. Schaltenbrand

DIE BEZIEHUNG DES FORAMEN MONROI ZU FIXPUNKTEN DES KNÖCHERNEN SCHÄDELS

INAUGURAL - DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Jörg HASSINK
aus
Oberhausen

Würzburg 1968
1967

Aus der Neurologischen Klinik der Universität Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. G. Schaltenbrand

DIE BEZIEHUNG DES FORAMEN MONROI ZU FIXPUNKTEN DES KNÖCHERNEN SCHÄDELS

INAUGURAL - DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Jörg HASSINK

aus

Oberhausen

Würzburg 1966

Referent: Privatdozent Dr. med. M. Nadjmi

Korreferent: Professor Dr. med. G. Schaltenbrand

Tag der Promotion: 14. 8. 67

UNIV. LEIDEN BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

INHALT

		Seite
A.	EINLEITUNG UND ÜBERBLICK	3
B.	DIE POSITIVE VENTRIKULOGRAPHIE ALS VORAUSSETZUNG FÜR STEREOTAXIEOPERATIONEN	4
C.	DIE BEZIEHUNG DES FORAMEN MONROI ZU FIXPUNKTEN DES KNÖCHERNEN SCHÄDELS IN EINER ARBEIT VON MASPES UND DONEGANI	5
D.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	7
E.	ERGEBNISSE	23
F.	ZUSAMMENFASSUNG	27
G.	LITERATURVERZEICHNIS	29

A. EINLEITUNG UND ÜBERBLICK

Sinn dieser Arbeit ist der Versuch, eine topographische Beziehung zwischen dem Foramen Monroi (interventrikulare) und Fixpunkten des knöchernen Schädels herzustellen. Diese Beziehung wurde auf geometrischer Basis ermittelt, indem auf Pantopaque-Kontrastaufnahmen des Ventrikelsystems Strecken zwischen dem Foramen Monroi und Fixpunkten der Schädelbasis bzw. der Schädelkalotte ausgemessen wurden. Durch das Foramen interventrikulare werden bekanntlich die beiden Seitenventrikel mit dem dritten Ventrikel verbunden. Insbesondere der letztere wird vor Zieloperationen mit dem Röntgen-Kontrastmittel Pantopaque, einem Jodester, oder mit Luft dargestellt, um anhand der Konturen des dritten Ventrikels Zielpunkte an subkortikalen Organen angreifen zu können.

Die rechnerische Methode dieser Arbeit könnte in Kliniken verwertet werden, in denen die von SCHALTENBRAND entwickelte optische Lokalisationsmethode für eine möglichst rasche Kontrastdarstellung des dritten Ventrikels aus technischen Gründen nicht angewandt werden kann.

Darüber hinaus bestünde die Möglichkeit, bei der positiven und der Luft-Ventrikulographie aus diagnostischen Gründen mit einer genaueren Treffsicherheit statt das Trigonum das Vorderhorn zu punktieren, ähnlich, wie NADJMI und SCHALTENBRAND die gezielte Darstellung des dritten Ventrikels mit positiven Kontrastmitteln vornehmen.

B. DIE POSITIVE VENTRIKULOGRAPHIE ALS VORAUSSETZUNG FÜR STEREOTAXIEOPERATIONEN

Die Lage der tieferen Hirnstrukturen und ihre Beziehungen zum knöchernen Schädel sind beim Menschen variabel. Untersuchungen von SCHALTENBRAND und NÜRNBERGER im Jahre 1959 haben gezeigt, daß sowohl die kraniozerebralen als auch die kraniellen Referenzmaße einer starken Schwankung unterliegen. Diese Befunde wurden wiederholt und in der letzten Zeit auch von MUNDINGER und POTTHOFF (1961) bestätigt. Daher gilt die Darstellung des Ventrikelsystems als die wichtigste Voraussetzung zur Bestimmung der intrazerebralen Bezugslinien und Zielpunkte an den subkortikalen Organen.

Um eine möglichst unmittelbare Füllung des dritten Ventrikels zu erreichen, wird nach SCHALTENBRAND' schem Verfahren wie folgt vorgegangen: Vom Schädel des betreffenden Patienten werden Röntgenaufnahmen im sagittalen und seitlichen Strahlengang angefertigt und auf einen halbdurchsichtigen Schirm projiziert. Ein Diapositiv, das die durchschnittlichen Umrisse eines Ventrikelsystems aufweist, wird durch die Gegenprojektion mit den Schädelkonturen des Patienten zur Deckung gebracht. Der Schädel wird nun so justiert, daß das Foramen Monroi in dem Zielpunkt eingestellt ist. Mit Hilfe einer starren Sonde wird nun versucht, einen flexiblen Schlauch - unter der Röntgenkontrolle - bis an das Foramen Monroi einzuführen.

Da diese optische Lokalisationsmethode aus technischen Gründen nicht in allen Kliniken angewandt werden kann, liegt es nahe, auch an eine rechnerische Methode zu denken, die Aussage über die genaue Lage des Foramen interventrikulare machen kann.

C. DIE BEZIEHUNG DES FORAMEN MONROI ZU FIXPUNKTEN DES KNÖCHERNEN SCHÄDELS

MASPES und DONEGANI haben versucht (1953), durch Zeichnung und Rechnung eine Beziehung des Foramen Monroi zu Fixpunkten des knöchernen Schädels herzustellen, indem sie die Lage des Foramen interventrikulare indirekt durch die Darstellung der inneren Hirnvenen im Carotisangiogramm bestimmten.

Als Fixpunkte wurden gewählt:

N (Nasion) und I (Inion) sowie der tiefste Punkt der Sella : S .

Die Fixpunkte N und I werden verbunden; in dem Mittelpunkt O dieser Strecke $\overline{NI}$ wird eine Senkrechte errichtet, die die Schädelkalotte in V schneidet. Parallel zu $\overline{OV}$ zeichnete man eine Gerade, die durch M verläuft. M entspricht dem Foramen Monroi und stellt sich im Carotisangiogramm als eine kleine Venenschlinge dar, die aus der kleinen vena Galeni besteht, und die an dieser Stelle M nach Erhalt kleiner Terminalvenen in die große Vena Galeni einmündet.

217 Angiogramme ergaben folgendes Bild: Das Foramen Monroi ist in 161 der 217 Fälle in einem kleinem Rechteck lokalisiert - diese Fälle bezeichnen MASPES und DONEGANI als normal -, 56 mal befindet sich das Foramen interventrikulare außerhalb in einem großen Rechteck. Bezüglich der Entfernung $\overline{NI}$ befindet sich - prozentual ausgedrückt - M zwischen den Markierungen 60 und 52; wenn man sich auf die Strecke $\overline{OV}$ bezieht, zwischen den Markierungspunkten 36 und 22.

Die maximale Streuungsbreite erstreckt sich zwischen 65 und 48 bzw. 50. Die Lage des Foramen Monroi variiert damit - wenn man sich auf die beiden Fixpunkte N und I bezieht - im günstigsten Falle zu 7 % und bezüglich

der Entfernung $\overline{OV}$ zu 24 %. Die maximale Schwankungsbreite beträgt entsprechend 15 % bzw. 74 %.

Analog zu dieser Auswertung wurde neben den beiden Punkten N und I ein Fixpunkt S gewählt, der sich an der tiefsten Stelle der Sella befindet. Verbindet man S mit M, so läßt sich in den meisten Fällen ein Winkel ß ausmessen, der zwischen $\overline{SM}$ und einer Geraden liegt, die senkrecht zu $\overline{NI}$ verläuft. M ist dann in den 161 normalen Fällen in dem Winkelabschnitt lokalisiert, der zwischen 0° und 20° sich erstreckt. Die maximale Schwankungsbreite aller 217 Fälle liegt zwischen -8° und 29°. M variiert in den Fällen der Norm um ca. 11 %, in der maximalen Schwankungsbreite um ca. 20 %.

Entsprechend wird der Fixpunkt I mit M verbunden. Zwischen $\overline{IN}$ und $\overline{IM}$ liegt der Winkel α, der bei 161 normalen Fällen M in den Kreiswinkel einschließt, der sich zwischen 11° und 22° erstreckt. Das entspricht einer minimalen Schwankung von ca. 6 %. Die maximale Schwankungsbreite umfaßt den Winkelabschnitt von 5° bis 29°, das kommt einer maximalen Streuungsbreite von ca. 13 % gleich.

Nach MASPES und DONEGANI erstrecken sich also die prozentualen Schwankungen, denen die genaue Lage des Foramen Monroi unterliegt, zwischen 6 % und maximal 74 %, wenn man eine Beziehung herstellt zwischen den Fixpunkten N, I und S einerseits und dem Foramen interventrikulare andererseits. Von den Punkten I und N wurden dabei in bezug auf M lineare Messungen ausgeführt; zwischen S und M nahm man Winkelberechnungen zu Hilfe. Es gilt nun, die Ergebnisse von MASPES und DONEGANI mit den Meßwerten dieser Arbeit zu vergleichen.

KAMM und AUSTIN versuchen mit Hilfe ähnlicher knöcherner Fixpunkte die Lage der vorderen und hinteren Kommissur zu bestimmen, um dadurch die intracerebralen Zielpunkte bei den stereotaktischen Eingriffen ohne Darstellung der inneren Ventrikelräume lokalisieren zu können. Wir haben eine Über-

prüfung dieser Ergebnisse anhand unserer Pantopaquefüllungen und unter Zuhilfenahme der von den Autoren angegebenen Technik vorgenommen und sind zu dem Ergebnis gekommen, daß die berechnete Lage der Kommissuren mit dem eigentlichen Sitz dieser Strukturen auf dem Röntgenbild überhaupt nicht übereinstimmen. Unter 18 ausgemessenen Kontrastfüllungen stimmten nur bei einem Fall die Ergebnisse überein, bei den übrigen Fällen waren Abweichungen von 3 bis 4 mm und noch mehr festzustellen. Wir verzichten daher auf die Einzelheiten dieser Methodik näher einzugehen.

D. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Es wurden Pantopaquekontrastaufnahmen von vierzig Patienten der Neurologischen Universitätsklinik Würzburg ausgewertet; unter diesen vierzig Fällen befanden sich zwanzig weiblichen Geschlechts und zwanzig männlichen Geschlechts. Im statistischen Mittel zeichneten sich die Entfernungen zwischen den Fixpunkten des knöchernen Schädels und dem Foramen Monroi bei den Kontrastaufnahmen der Patientinnen meist etwas kürzer ab als die entsprechenden Strecken auf den Pantopaquebildern der Männer. Nur diejenigen Aufnahmen wurden ausgesucht, auf denen die Konturen des Foramen interventrikulare sowohl im a.p. Strahlengang als auch auf den seitlichen Kontrastbildern einwandfrei zu erkennen waren.

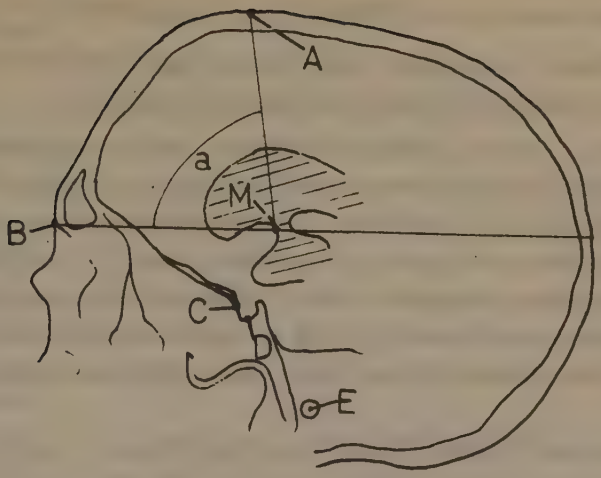
Knöcherne Punkte der Schädelbasis und der Schädelkalotte, die auf den Pantopaquekontrastaufnahmen gut erkennbar sind und außerdem nur geringen topographisch-anatomischen Schwankungen unterliegen, sind als Fixpunkte ausersehen worden. Zwischen diesen und einer Stelle M, die am Scheitelpunkt des unteren Randes des Foramen Monroi gelegen ist, wurden Strecken ausgemessen. Diese Fixpunkte sind nur auf Lateralbildern gut erkennbar.

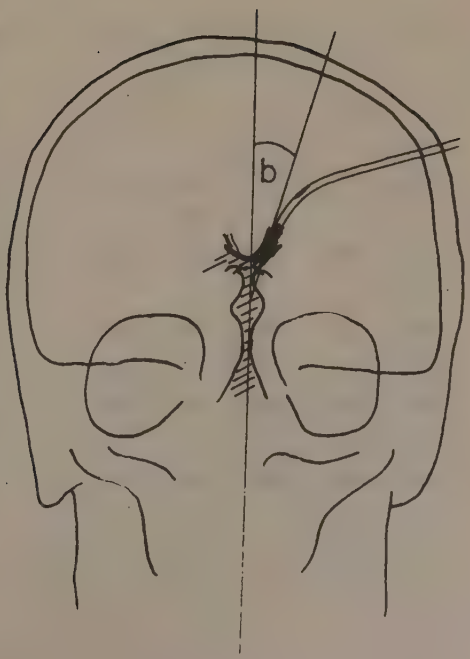
Folgende Fixpunkte sind gewählt worden:

1) Der Schnittpunkt A, in dem eine Gerade, die von M ausgeht - unter Berücksichtigung der Richtung, die der Kontrastschlauch im Foramen Monroi bildet -, die vordere obere Schädelkalotte schneidet.

2) Das Nasion, der Fixpunkt B, das ist der Schnittpunkt der Sutura nasofrontalis mit der Mediosagittalebene.

3) Der Fixpunkt C projiziert sich auf den seitlichen Kontrastbildern auf dem Scheitelpunkt des Tuberculum sellae.


A
a
M
B
C
C
D
E


b

4) An der tiefsten Stelle der Sella liegt der Fixpunkt D.

5) Der Fixpunkt E befindet sich im angenommenen Mittelpunkt des kreisähnlich abgebildeten meatus acusticus externus.

6) In dieser Arbeit wurden auch zwei Winkel berücksichtigt, um durch möglichst vielzahlige Bemessungen einem idealen Mittelpunkt M nahezukommen. - Der Winkel, der zwischen den Strecken $\overline{MA}$ und $\overline{MB}$ gebildet wird, ist mit a bezeichnet worden. - Auf a.p. Kontrastaufnahmen wurde der Winkel b gemessen, der zwischen einer angenommenen Geraden liegt, die der Kontrastschlauch beim Einführen in das Foramen Monroi bildet, und der Mediosagittalebene.

Aus den folgenden Tabellen sind die Winkel und Strecken - in mm - zu entnehmen. Der Winkel b berechnet sich aus: (90 - b'). In einigen Fällen sind Strecken und Winkel nicht ausgemessen worden, weil der betreffende Fixpunkt bzw. der Kontrastschlauch auf den Aufnahmen nicht zu erkennen war.

Name des Patienten Alter	Strecken					Winkel	
	MA	MB	MC	MD	ME	a	b'
B., Barbara 1.5.04	72	75	27	30	48	60	75
B., Joh. 22.1.1913	71	84	30	32	52	60	76
Sch., Maria 12.3.1934	76	75	28	30	45	49	79
S., Genoveva 15.6.1932	74	80	32	37	55	53	78
St., Christ. 28.3.1924	76	80	31	35	55	53	80
Z., Otto 26.4.1930	70	75	28	32	-	63	74
Pf., Friedr. 7.11.1896	79	83	28	34	48	55	79
Dr.G., Gerh. 21.8.1898	86	85	27	31	52	52	80
G., Mathilde 19.3.1934	74	83	27	33	-	52	78
B., Walter 31.12.1909	76	81	33	37	57	68	79
R., Marga 11.5.1943	72	73	30	35	53	70	76
B., Karl 22.11.1902	82	81	26	31	51	66	80
B., Josef 18.7.1901	75	81	32	34	55	67	79
B., Heinz 18.7.1949	75	78	24	26	55	51	80

Name des Patienten Alter	Strecken					Winkel	
	MA	MB	MC	MD	ME	a	b'
B., Rudolf 18.5.1916	75	86	28	33	54	70	78
D., Maria 1.10.1900	83	81	31	36	-	61	77
Link, Karl 6.8.1886	74	73	22	25	-	-	-
R., Regina 7.7.1907	74	75	28	31	56	53	76
Pf., Paul 24.5.1913	78	83	33	36	54	-	-
L., Elisabeth 1.8.1946	71	78	30	34	54	65	79
M., Emma 20.6.1904	73	81	27	30	53	65	80
Z., Marianne 25.11.1917	78	78	27	31	49	59	75
T., Maria 2.2.1904	73	75	26	31	53	59	77
W., Peter 11.1.1906	75	78	27	30	55	65	78
F., Ursula 23.12.1947	-	-	24	28	53	60	78
B., Klara 8.8.1911	78	78	26	30	51	69	80
A., Herbert 8.3.1941	-	-	28	34	60(?)	70	79
J., Elis. 29.1.1929	70	81	29	33	53	60	78

Name des Patienten Alter	Strecken					Winkel	
	MA	MB	MC	MD	ME	a	b'
K., Veronika 20.5.1907	69	74	29	33	50	67	78
M., Hermine 22.1.1893	71	72	28	31	56	62	76
M., Maria	71	73	27	30	50	57	80
Sch., Joh.	80	-	26	30	-	67	79
A., Margarete 6.11.1904	76(?)	79(?)	27	32	50(?)	63	-
H., Ulrich 30.5.1915	79	-	24(?)	28(?)	-	-	-
N., Franz 18.3.1894	77	74	30	32	54	60	78
F., Wilhelm 12.12.1905	77	85	36	38	52	55	80
G., Margarete 10.9.1917	75	76	28	31	54	60	78
R., Adam 7.10.1909	78	82	25	27	-	55	78
St., Heinrich 7.5.1909	80	75	23	27	-	59	79
Schmitt, Maria	73	77	24	26	54	70	80

Die Mittelwerte der

Strecken: $\overline{MA} = 75,3$

$\overline{MB} = 78,7$

$\overline{MC} = 27,9$

$\overline{MD} = 31,5$

$\overline{ME} = 52,7$

Der Mittelwert aller

Winkel a beträgt: 61°;

für den Durschnittswert aller

Winkel b ergibt sich: 11° ($b = 90 - b'$).

Auch in dieser Arbeit soll versucht werden, aus der maximalen Streuungsbreite der Zahlenwerte einen Abschnitt auf der Zahlenskala zu eliminieren, in dem die häufigsten Meßergebnisse enthalten sind, um somit auch über die minimale Schwankung Aussage machen zu können.

Die Strecken $\overline{MA}$ - mit dem Mittelwert von ca. 75 (mm) - verteilen sich zwischen den Zahlen 69 und 86. Das entspricht einer maximalen Schwankung von ca. 12 %. Zwischen den Werten 70 und 80 verläuft die Kurve der maximalen Häufigkeit; dann variiert die genaue Lage von M zu genau 6,6 %.

Die Meßwerte aller Strecken $\overline{MB}$ sind in einer mehr kompakten Kurve zusammengeschlossen und ergeben darum eine geringere maximale Streuungsbreite. In dem Abschnitt, der sich zwischen den Zahlen 75 und 84 erstreckt, liegen die meisten Meßergebnisse. Dann kann man für M eine minimale Schwankung angeben, die zwischen 5 % und 6,3 % liegt. - Die maximale Streuung, zwischen den Zahlenwerten 72 und 86 gelegen, beträgt ca. 9 %.

Die Verteilungskurve aller Meßergebnisse von $\overline{MC}$ verzeichnet - wenn man die ziemlich kleine Entfernung $\overline{MC}$ berücksichtigt - eine relativ große Streuungsbreite. Die maximale Schwankung, zwischen den Zahlenwerten 22 und 36 gelegen, beträgt: 24 %.

Die meisten Meßwerte enthält der Kurvenabschnitt, der die Zahlen 24 bis 31 umfaßt. Die geringste Streuung ist dann: 12 %.

Die Übersicht über die Verteilung der Meßwerte aller Entfernungen $\overline{MD}$ besitzt eine gewisse Ähnlichkeit mit der zuletzt angegebenen Zahlenskala der Strecken $\overline{MC}$. Denn auch in der folgenden Kurve kommt zum Ausdruck, daß - im Verhältnis zu der relativ kleinen Entfernung $\overline{MD}$ - die Meßergebnisse sich auf einer breiten Zahlenskale verteilen. Der starken Anhäufung der Meßwerte zwischen (29) 30 und 35 entspricht die geringste Schwankung von ca. 9 %; die maximale Streuungsbreite beträgt: 22 %.

Bei der Ausmessung der Entfernungen $\overline{ME}$ ergab sich, daß die meisten Meßergebnisse zwischen den Markierungen 56 und 50 auf der Zahlenskala einzuordnen sind. Das entspricht einer minimalen Schwankung von 5,5 %.

Sämtliche Meßwerte erstrecken sich auf der Skala zwischen 45 und 60. Die maximale Streuung von 13,5 % ist damit gegeben.

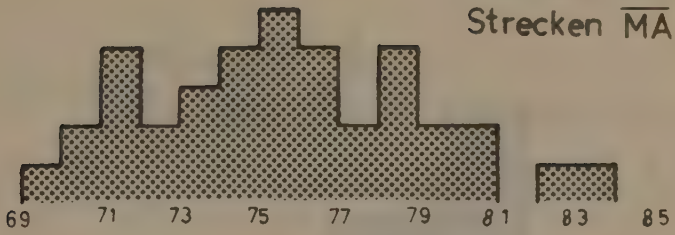
Die Größe des Winkels a differiert beträchtlich und schwankt zwischen 49° und 70°. Das entspricht einer maximalen Streuung von ca. 17 %. In dieser Meßkurve kann man nicht von einer besonders starken Anhäufung von Meßwerten sprechen. Bei 60 liegt zwar deutlich das Maximum der Kurve; doch kann man zwischen 52 und 56 und besonders zwischen 65 und 70 auch von

Teilabschnitten starker Häufigkeit sprechen. Es erscheint also in diesem Falle ungeeignet, von einer geringen Schwankung eine maximale Streuung unterscheiden zu wollen, da die Winkelangaben ziemlich gleichmäßig über die Meßskala verteilt liegen. Die maximale Streuung - zwischen den Zahlen 49 und 70 - beträgt dann: 17 %.

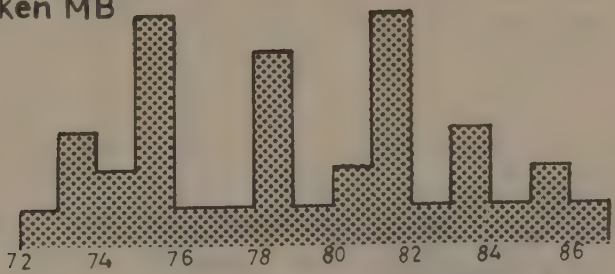
Doch letztlich entscheidend für die positive Ventrikulographie ist die genaue Angabe eines Winkels der Frontalebene; in dieser Arbeit ist das der Winkel b, den man auf a. p. Kontrastaufnahmen messen kann. b sagt darüber aus, unter welchem Winkel der Kontrastschlauch - zur Mediosagittalebene - in das Foramen interventrikulare eingeführt wird.

Die Winkelangaben bewegen sich auf der Zahlenskala zwischen 74 und 80, zeigen also eine sehr geringe Schwankung! In diesem Falle unterscheiden sich Maximal- und Minimalstreuung nur unwesentlich. Die günstige kleinste Schwankung beträgt nur 1 %.

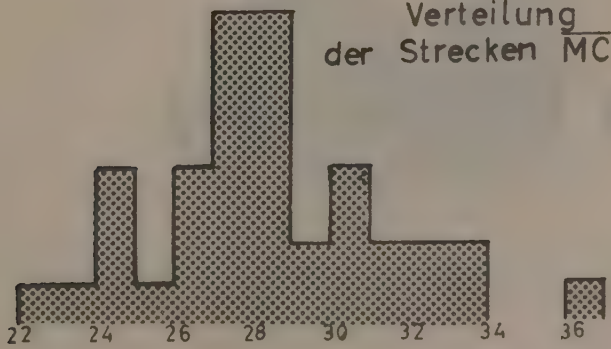
Verteilung der Strecken $\overline{MA}$



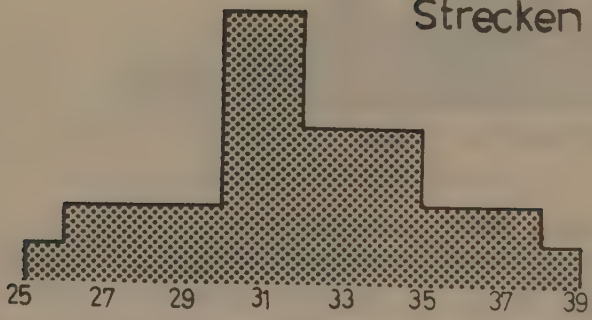
Verteilung der Strecken $\overline{MB}$



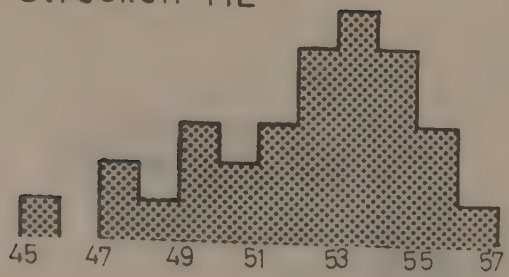
Verteilung der Strecken $\overline{MC}$

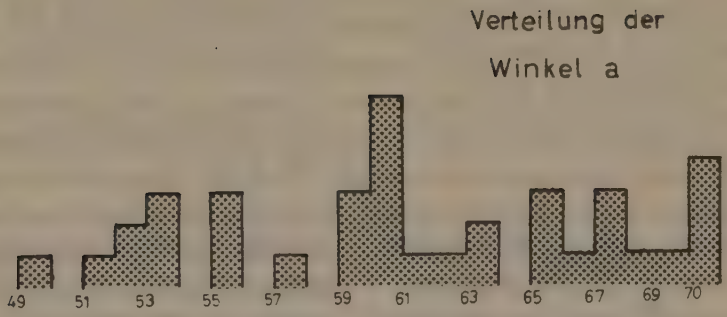


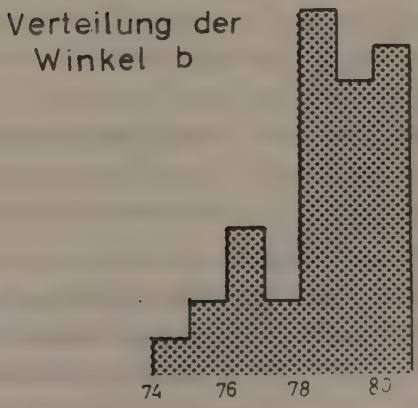
Verteilung der
Strecken $\overline{MD}$



Verteilung der
Strecken $\overline{ME}$




Verteilung der
Winkel a
49
51
53
55
57
59
61
63
65
67
69
70


Verteilung der
Winkel b
74
76
78
80

Die Meßergebnisse von MASPES und DONEGANI werden nun mit den Resultaten dieser Arbeit verglichen: (Die Berechnungen der beiden italienischen Autoren sind in der Spalte A eingeordnet.)

A	B	
Die Lokalisation des Foramen Monroi (M) in Beziehung zu den beiden Fixpunkten N und I. m. Schw. (=minimale Schwank.) beträgt: 7 %	Die örtliche Bestimmung von M über den Fixpunkt A ergibt eine minimale Schwankung von: 6,6 %	1)
Die genaue Lage von M bezüglich der Strecke $\overline{OV}$ ($\overline{OV}$ steht senkrecht auf $\overline{NI}$; siehe oben; Zeichnung!) m. Schw.: 24 %	In seiner Beziehung zu dem Fixpunkt B berechnet sich für die genaue Lage des Punktes M: m. Schw.: 5 % - 6,3 %	2)
Über den Fixpunkt I - durch Winkelberechnungen - wird M lokalisiert. m. Schw.: 6 %	Bei den verschiedenen Streckenangaben zwischen M und dem Fixpunkt C lautet die m. Schw.: 12 %	3)
M in bezug auf den Fixpunkt S; (Winkelberechnungen) m. Schw.: 11 %	M in bezug auf den Fixpunkt D; m. Schw.: 9 %	4)
	Die genaue Lage von M in bezug auf den Fixpunkt E ergibt die minimale Schwankung von: 5,5 %	5)

In den Tabellen A und B ist versucht worden, über Fixpunkte des knöchernen Schädels die genaue Lage des Foramen Monroi zu bestimmen. Dabei sind zum Teil die gleichen Fixpunkte verwandt worden, lediglich ihre Bezeichnungen lauten verschieden. So entsprechen die Punkte N und S aus der Abhandlung von MASPES und DONEGANI den Fixpunkten B und D aus dieser Arbeit. Es ist darum interessant, die jeweils minimale Schwankung z. B. unter Punkt 4) zu vergleichen; dort werden sowohl unter der Spalte A als auch unter der Spalte B die Streckenverhältnisse zwischen M und dem tiefsten Punkt der Sella: S bzw. D geprüft. - Dabei wird - unter A - M durch Winkelangaben lokalisiert, unter B wird der Punkt M durch lineare Ausmessungen örtlich fixiert. Es ergibt sich bei der Methode dieser Arbeit, der linearen Berechnung zwischen M und D, eine günstigere minimale Streuung für die genaue Lage von M von 9 % gegenüber der minimalen Schwankung von 11 % bei MASPES und DONEGANI.

Dieser Arbeit und ihren Ausmessungen bei vierzig Fällen stehen die Berechnungen von MASPES und DONEGANI aus 217 Angiogrammen gegenüber. Damit erscheinen die Ergebnisse der beiden italienischen Autoren fundierter, während man annehmen könnte, daß bei weiterer Untersuchung von Pantopaque-Kontrastbildern und ihren Ausmessungen sich Meßwerte ergäben, die die Ergebnisse dieser Arbeit verändern. - Dem steht gegenüber, daß MASPES und DONEGANI lediglich die Darstellung der inneren Hirnvenen im Carotisangiogramm und ihre Konstellation zum Foramen Monroi benutzten, um den Bezugspunkt M wählen zu können. In dieser Arbeit ist aber versucht worden, von einem bestimmten Punkt am Foramen interventrikulare, nämlich vom Scheitelpunkt des unteren Randes, die Ausmessungen vorzunehmen.

Während sich also M in dieser Arbeit speziell auf einen Punkt am Foramen Monroi bezieht, stellt M bei MASPES und DONEGANI das gesamte Foramen interventrikulare dar. Damit ist in dieser Arbeit von vornherein für die Messungen, die möglichst genau die Lage des Foramen Monroi bestimmen sollen, eine günstigere Ausgangsbasis gegeben!

Die prozentualen minimalen Schwankungen, die darüber aussagen, gegenüber

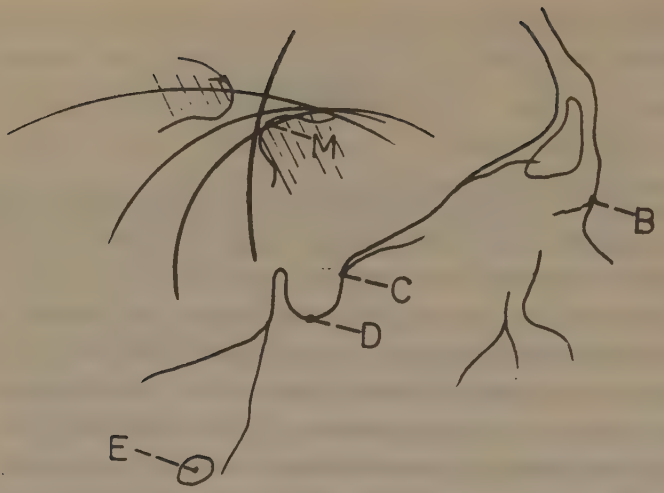
welchen Fixpunkten die genaue Lage von M sich als mehr oder weniger konstant erweist, entsprechen sich ungefähr bei A und B (s. Tabelle!)

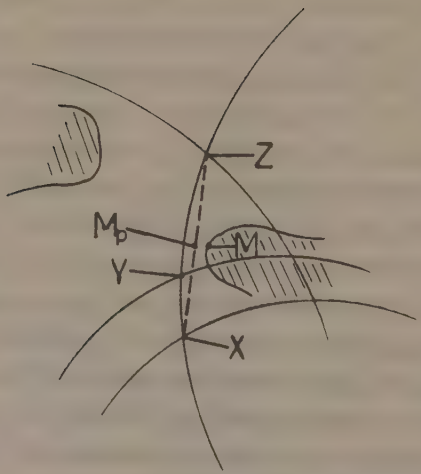
Die geringsten Lageänderungen von M ergeben sich (unter B) aus der Tabelle unter den Punkten 2) und 5); d.h.: In dieser Arbeit hat sich die genaue Lokalisation von M und damit des Foramen Monroi gegenüber den Fixpunkten B und E als besonders konstant erwiesen.

E. ERGEBNISSE

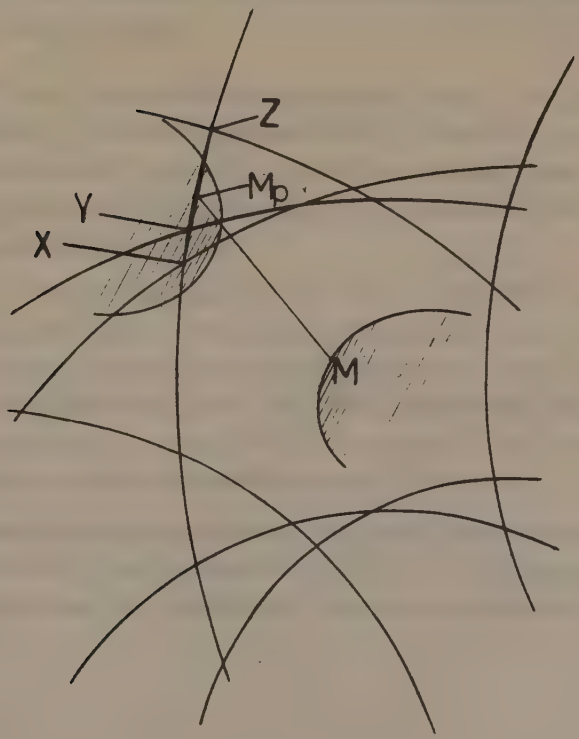
Es ist in dieser Arbeit versucht worden, durch eine rechnerische Methode die Lage des Foramen Monroi möglichst genau zu fixieren. Diese rechnerische Methode bestand darin, daß auf Pantopaque-Kontrastbildern Strecken ausgemessen wurden zwischen einem bestimmten Punkt, der sich am Scheitelpunkt des unteren Randes des Foramen Monroi einerseits befindet und Fixpunkten des knöchernen Schädels andererseits. Bei der statistischen Auswertung ergab sich, daß die Ergebnisse, die mit Meßwerten zweier italienischer Autoren relativ gut übereinstimmen, zum Teil geeignet sind, bei der positiven Ventrikulographie die endgültige Lage des Foramen interventrikulare mitzubestimmen. Neben linearen Ausmessungen wurde ein für die erfolgreiche Kontrastdarstellung geeigneter Winkel der Mediosagittalebene und der Frontalebene mitbestimmt.

Die folgende Konstruktion soll die oben erwähnte optische Lokalisationsmethode ergänzen: Von dem betreffenden Patienten, an dem die positive Ventrikulographie bzw. die stereotaktische Zieloperation durchgeführt werden soll, werden - wie oben geschildert - auf einem Wandschirm die Schädelkonturen abgebildet. Vom Nasion aus, um den Fixpunkt B also, ist bei entsprechendem Maßstab ein Kreis mit dem Radius $\overline{MB}$ (Mittelwert) in Richtung auf das Foramen Monroi zu schlagen. Um die Fixpunkte C und D sind entsprechende Kreise zu ziehen mit den Radien $\overline{MC}$ und $\overline{MD}$ (Mittelwerte). Die drei Kreise schneiden sich in den Punkten: X, Y und T. Um die Zeichnung zu vervollständigen, bringt man den Kreisbogen, der zu dem Mittelpunkt E gehört und dessen Radius $\overline{ME}$ ist, mit dem Kreisbogen, der um B geschlagen wurde, zum Schnitt; der Schnittpunkt wird Z genannt. Es ergeben sich nun drei charakteristische Punkte, die miteinander verbunden werden: X, Y und Z.


M
B
C
D
E


Z
Mb
M
Y
X

Der Mittelpunkt Mp, der die Strecke zwischen den beiden äußeren Punkten - in diesem Falle X und Z - halbiert, befindet sich in den 30 verwertbaren Konstruktionen von M nicht mehr als 9 mm entfernt. Das geht aus der folgenden Abbildung hervor, in der - in bezug auf die genaue Lage von M - das ungünstigste Zahlenbeispiel gewählt wurde. In den meisten Fällen - ca. 70 % - (s. Verteilung der Zahlen in der Kurve minimaler und maximaler Schwankung!) ist Mp aber nur maximal 5 mm von M entfernt!



Maßstab 5:1

Bei der Bestimmung von M wurde in dieser Konstruktion weder von der Strecke $\overline{MA}$ noch von den zwei Winkeln a und b Gebrauch gemacht. Die statistisch günstigen Mittelwerte dieser Zahlenangaben müssen natürlich bei der Durchführung der Ventrikulographie berücksichtigt werden.

Wenn das Foramen Monroi angezielt wird, so ist zu bedenken, daß sich alle Meßwerte, die in der Konstruktion verwandt wurden, auf einen Punkt M beziehen, der sich am Scheitelpunkt des unteren Randes des Foramen Monroi befindet. Entsprechend liegt der Mittelpunkt, der die beiden Scheitelpunkte des Foramen Monroi verbindet, um ca. 2 - 3 mm (altersentsprechend) nach cranial und etwas dorsal verschoben. Diesen Mittelpunkt gilt es anzuzielen.

F. ZUSAMMENFASSUNG

Bei der möglichst genauen Bestimmung der Lage der Foramina Monroi wird in dieser Arbeit gezeigt, daß mit Hilfe statistisch günstiger Meßwerte eine geometrische Konstruktion ergänzend neben die von Schaltenbrand entwickelte optische Lokalisationsmethode treten kann. Die geometrische Konstruktion fußt auf Zahlenangaben, die durch die Verbindung bestimmter knöcherner Fixpunkte mit den Grenzen des Foramen Monroi anhand der positiven Ventrikulogramme zustandekommen.

In einer Arbeit von MASPES und DONEGANI wird - auch durch Zeichnung und Rechnung - eine Beziehung des inneren Venenwinkels bzw. des Foramen Monroi zu ähnlichen Fixpunkten, wie sie auch in dieser Arbeit verwandt wurden, hergestellt. Bei einem Vergleich beider Arbeitsmethoden gelangt man zu ungefähr gleichen Ergebnissen.

Dagegen hat eine Überprüfung der von AUSTIN und KAMM angegebenen Bestimmungsmethode mit Hilfe unserer Ventrikulogramme ergeben, daß eine kraniocerebrale Lokalisation der vorderen Kommissur bzw. des Foramen Monroi mit einer relativ großen Schwankungsbreite verbunden ist und dadurch die Lagebestimmung der subcortikalen Strukturen bei den stereotaktischen Eingriffen nur ungenau durchgeführt werden kann.

Die Auswertung der geometrischen Konstruktion ergibt, daß das Foramen Monroi ziemlich genau zu lokalisieren ist; in ca. 70 % der angegebenen Fälle schwankt die Lage des anzuzielenden Punktes nur um maximal 5 mm.

Herrn Privatdozent Dr. med. M. Nadjmi möchte ich meinen Dank aussprechen für das erhaltene Dissertationsthema und für die unterstützenden Ratschläge bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn Professor Dr. med. G. Schaltenbrand
danke ich für die Übernahme des Korreferates ergebenst.

F. LITERATURVERZEICHNIS

Kamm, Ralph F., George Austin — The Use of Bony Landmarks of the Skull for Localization of the Anterior-Posterior Commissural Line, Journal of Neurosurgery 12, 1965.

Maspes, P.E., G. Donegani — Flebografia cerebrale normale e patologica. Acta Neurochirurgica, III. Band, Wien, Springer-Verlag, 1954.

Mundinger, F., P. Potthoff — Messungen am Pneumenzephalogramm zur intrazerebralen und kraniozerebralen Korrealtionstopographie bei stereotaktischen Hirnoperationen, unter besonderer Berücksichtigung der stereotaktischen Pallidotomie. Acta Neurochirurgica, Vol. IX.

Nadjmi, M., G. Schaltenbrand — Gezielte Darstellung des dritten Ventrikels mit Kontrastmitteln. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin. Stuttgart 1962, Sonderdruck, Bd. 96, Heft 2.

Nürnberger, S., G. Schaltenbrand — Messungen am Enzephalogramm. Ein Beitrag zum Begriff des "normalen Enzephalogrammes". Dtsch. Zschr. Nervenhl. 174, 1, 1955.

Potthoff, P., F. Mundinger — Der operative Zugangsweg bei stereotaktischer Pallidotomie mit enzephalographischen und klinischen Untersuchungen zur Bestimmung einer optimalen Winkelposition der Elektrode. Arch. Psychiatr. 201, 1960.

Riechert, T., F. Mundinger — Beschreibung und Anwendung eines Zielgerätes für stereotaktische Hirnoperationen (II. Modell). Acta neurochir. Wien. Suppl. III, 1955.

Schaltenbrand, G. — Indikation und Technik der Kontrastmethoden bei Hirnerkrankungen. Dtsch. Zschr. Nervenhk. 136, 1933.

Schaltenbrand, G., P. Bailey — Einführung in die stereotaktischen Operationen. Thieme, Stuttgart 1959.

LEBENSLAUF

Am 16. Dezember 1940 wurde ich als Sohn des Regierungsoberinspektors Erich Hassink und seiner Frau Erna, geb. Joormann in Oberhausen/Rheinland geboren.

Nach vierjährigem Volksschulbesuch kam ich auf das Novalis-Gymnasium in Oberhausen, wo ich am 9. März 1961 meine Reifeprüfung ablegte.

Mein Medizinstudium begann ich in Münster, wo ich am 29. April 1964 mein Physikum bestand. In den ersten zwei klinischen Semestern studierte ich in Kiel bzw. in Innsbruck; seit dem Sommersemester 1965 bin ich an der Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg immatrikuliert.
An dieser Universität beendete ich auch im SS 1967 mein Medizinstudium mit dem Staatsexamen.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Jörg Hassink

OFFSETDRUCK GUGEL

Würzburg, Burkarderstr. 9

OFFSETDRUCK GUGEL

Würzburg, Burkarderstr. 9